

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин  
и комплексов»

Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: «Проектирование технологического процесса восстановления гильзы  
цилиндров двигателя Д-144 с разработкой приспособления для  
комбинированной обработки»

Шифр ВКР.230303.298.18.00.00.ПЗ

Студент \_\_\_\_\_ Аверьянов Н.Н.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент \_\_\_\_\_ Шайхутдинов Р.Р.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Зав. кафедрой профессор \_\_\_\_\_ Адигамов Н.Р.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Анализ состояния вопроса;  
2. Проектирование технологии восстановления детали; 3. Конструктивная  
часть; 4. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; 5. Технич-  
экономическая оценка разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов:

Лист 1 – Ремонтный чертеж

Лист 2- Закономерности износа

Лист 3- Технологическая карта.

Лист 4-Сборочный чертеж конструкции .

Лист 5-Рабочие чертежи деталей .

Лист 6-Сравнительные технико-экономические показатели конструкции .

6. Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Раздел БЖ	доцент Гаязиев И.Н.
Раздел экономики	доцент <u>Шайхутдинов Р.Р.</u>

7. Дата выдачи задания 13.04.2018 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.04-24.04	
2	Глава 2	24.04 -9.05	
3	Глава 3	10.05-25.05	
4	Глава 4 и 5	25.05-01.06	
5	Оформление работы	01.06-18.06	

Студент \_\_\_\_\_ (Аверьянов Н.Н.)

Руководитель \_\_\_\_\_ (Шайхутдинов Р.Р.)

## **АННОТАЦИЯ**

к выпускной квалификационной работе Аверьянова Николая Николаевича  
на тему: «Проектирование технологического процесса восстановления  
гильзы цилиндров двигателя Д-144 с разработкой приспособления для  
комбинированной обработки»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и листов формата А1 графической части.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает рисунков таблиц и литературных источников.

В первом разделе дан анализ устройства и работы двигателя трактора, его деталей цилиндро-поршневой группы. Проведен анализ причин и методов устранения неисправностей. Проанализированы способы и устройства для латунирования гильз цилиндров двигателей.

Во втором разделе разработана технология восстановления гильзы цилиндров. Выполнены ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и охраны труда при ремонте машин.

В третьем разделе конструкция комбинированного приспособления для обработки гильз цилиндров. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции. Приведены результаты технико-экономической оценки конструкции.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

## ANNOTATION

to the final qualifying work of Averyanov Nikolai Nikolaevich  
on the topic: "Designing the technological process for the restoration of the  
cylinder liner of the engine D-144 with the development of a device  
for combined processing"

Graduation qualification work consists of an explanatory note on typewritten text sheets and A1 format sheets of the graphic part.

The note consists of an introduction, three sections, conclusion and includes drawings of tables and literature sources.

The first section gives an analysis of the device and operation of the tractor engine, its details of the cylinder-piston group. The analysis of the causes and methods of troubleshooting is carried out. The methods and devices for brassing cylinder liners of engines are analyzed.

In the second section, the technology of cylinder liner recovery has been developed. A repair drawing and a technological map for the restoration of the part have been completed. The issues of environmental protection and labor protection in the repair of machinery are considered.

In the third section, the design of a combined tool for the processing of cylinder liners. The necessary calculations of the design parameters are given. The results of the technical and economic evaluation of the structure are given.

The explanatory note ends with a conclusion.

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	8
1.1 Конструкция и работа мотора Д-144 .....	8
1.2 Ремонт двигателя.....	13
1.3 Причины потери работоспособности двигателя. ....	20
1.3 Обзор способов и средств обработки гильз цилиндров и повышения их износостойкости.....	21
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	29
2.1 Технология ремонта гильз цилиндров .....	29
2.2.Выбор рационального способа восстановления деталей .....	31
2.3. Расчёт и выбор параметров и режимов обработки детали.....	32
2.4 Техническое нормирование восстановительных работ.....	33
2.5 Физическая культура на производстве.....	35
2.6 Защита окружающей среды.....	36
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	37
3.1. Обзор существующих конструкции .....	37
3.2. Обоснование предлагаемой конструкции и ее устройство.....	46
3.3. Принцип работы устройства и техническая характеристика .....	48
3.4. Расчеты по конструкции .....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

## **ВВЕДЕНИЕ**

На техническое обслуживание и ремонт двигателей затрачиваются огромные материально-технические и трудовые ресурсы. Снижение этих затрат во многом зависит от качества подготовки специалистов-ремонтников и состояния ремонтной базы.

Одной из проблем повышения надежности и ресурса двигателей внутреннего сгорания является повышение износостойкости гильз цилиндров. Особенно актуальной она стала после начала производства высокофорсированных дизелей с турбонаддувом, что значительно повысило требования к прочностным и триботехническим свойствам поверхностей трения.

В целях повышения износостойкости и задиристости поршневых колец пористый хром заменяют твердым хромом, что приводит к снижению маслостойкости покрытия и увеличивает склонность колец к прижогам и схватыванию с поверхностью гильз цилиндров. Все это в свою очередь приводит к росту потерь на трение в паре «гильза цилиндра-поршневое кольцо», которые могут составлять до 12 % мощности двигателя. Прижог поршневых колец способствует появлению задиров и, естественно, приводит к снижению износостойкости гильз цилиндров двигателя.

Для увеличения износостойкости и задиристости соединения «гильза цилиндра-поршневое кольцо» двигателей применяют различные приработочные покрытия. Нанесение пластичного покрытия из металла на поверхность трущихся детали соединений прочностные свойства покрытия оказываются меньше, чем в металле подложки. Это дает снижение коэффициента трения и интенсивности изнашивания поверхности с покрытием из-за отсутствия (или уменьшения) глубинного разрушения и схватывания металла. В настоящей работе рассматриваются вопросы ремонта гильз цилиндров автотракторных двигателей.

## **1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА**

### **1.1 Конструкция и работа мотора Д-144**

Устанавливаемый на тракторах Т-40 дизель Д-144 — четырехтактный, бескомпрессорный, воздушного охлаждения с непосредственным впрыском топлива. Применяемость этого двигателя обширна:

- тракторы ЛТЗ-55, Т-40, Т28Х4М;
- автомобильные погрузчики 40811, 4014Д, 40271, 40261, 40816;
- дорожные катки ДУ-63-1, ДУ-ЭЗ, ДУ-47Б, ДУ-94, ДУ-Э6, ДУ-Э7;
- укладчики асфальта ДС-1-55, ДС-63-1;
- автомобильные бетоносмесители 581462, 581460;
- станции компрессорные типа ПКСД и ЗИФ;
- агрегаты сварочные типа АДД;
- электростанции ЭД-16-Т400-1 ВП, АД-16-Т400-1 ВП;
- машины путевые ПРМ и МСШУ.

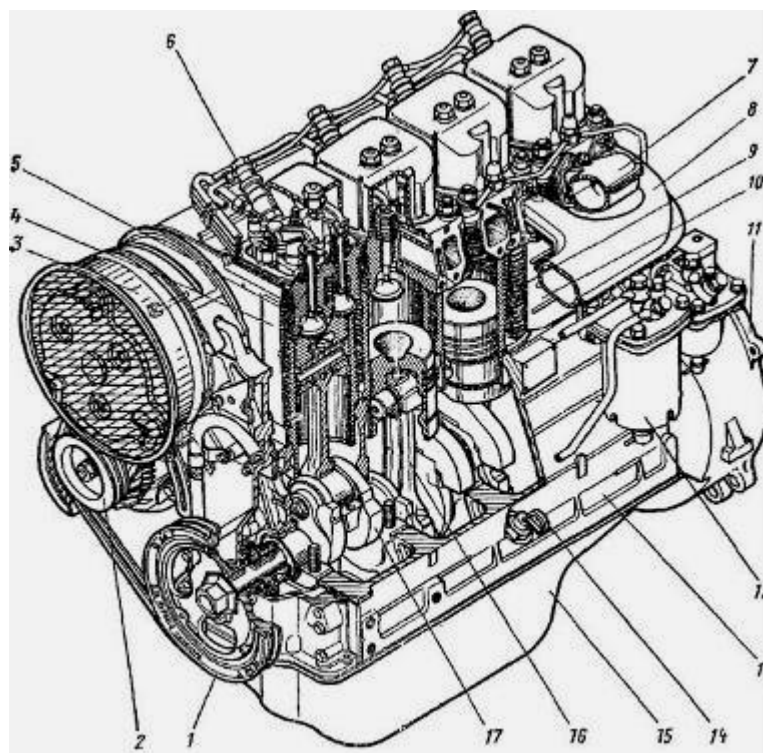
Двигатель Д144 выпускается в основных трех вариантах, которые отличаются номинальной частотой вращения и мощностью:

- Мощностью 37 л.с. при 1500 об/мин;
- Мощностью 50 л.с. при 1800 об/мин;
- Мощностью 60 л.с. при 2000 об/мин.

При этом конструкция и основные характеристики всех вариантов мотора одинаковы (рис.1.2). В частности, все они имеют рабочий объем 4,15 л, оснащаются поршнями диаметром 105 мм, имеют одинаковую систему смазки, пуска и т.д.

Двигатель Д144 — компактный дизельный двигатель производства Владимирского моторо-тракторного завода (ВМТЗ, входит в состав концерна «Тракторные заводы»), используемый в качестве силового агрегата на тракторах малых тяговых классов, дорожной и специальной технике, а также на различных автономных установках. Мотор выпускается во множестве модификаций, что обеспечивает его универсальность и самые широкие возможности применения.





1 — ведущий шкив привода вентилятора; 2 — генератор; 3—вентилятор; 4 — передний дефлектор; 5 — головка цилиндра; 6 — форсунка; 7 — впускной трубопровод; 8 — выпускной трубопровод; 9 — цилиндр; 10 — средний дефлектор; 11 — картер маховика; 12 — топливные фильтры; 13 — картер дизеля; 14 — шуп-масломер; 15 — масляный картер; 16 — шатун; 17 — коленчатый вал

Рисунок 1.1- Дизельный двигатель Д-144

Д144 — рядный четырехцилиндровый дизельный двигатель с вертикальным расположением цилиндров. Одна из главных особенностей мотора — воздушное охлаждение, благодаря чему удалось значительно снизить массу и упростить конструкцию агрегата (воздушное охлаждение делает ненужной водяную рубашку в блоке цилиндров и в ГБЦ, водяной насос, систему трубопроводов и датчики, что и делает мотор значительно легче и проще).

Интересно отметить, что мотор спроектирован согласно концепциям и принципам, которых конструкторы придерживались лет 40-50 назад, однако именно это позволило создать очень простой и неприхотливый мотор. С другой стороны, нельзя сказать, что Д144 устарел, напротив — в нем используется ряд современных решений и технологий, что вкупе с традиционными решениями и наделяет мотор его характеристиками и качествами.

Двигатель при своей массе (от 375 до 410 кг в зависимости от модификации) и компактных размерах имеет достаточную для решения очень многих задач мощность, отличается надежностью, экономичностью, низкими затратами на обслуживание и ремонт, и способен работать практически в любых условиях. Это обеспечило популярность мотора и его широкое применение в различной технике. Дизель Д-144 включает в себя: кривошипно-шатунный механизм, механизм газораспределения, систему питания воздухом и топливом, смазочную систему, систему охлаждения и пусковое устройство.

Агрегат имеет традиционную для двигателей воздушного охлаждения конструкцию — в нем нет как такового блока и ГБЦ. Его основу составляет картер, на который устанавливаются отдельные головки цилиндров и навешивается другое оборудование. Каждая головка имеет ребристую поверхность, которая обеспечивает эффективный отвод тепла при обдуве воздуха с помощью вентилятора. Поршни имеют относительно большой диаметр (105 мм), в них расположена камера сгорания и углубления под клапаны.

Усилие от поршней, возникающее при сгорании топлива, с помощью шатунов передается на коленчатый вал традиционной конструкции, установленный в картере на четырех полукольцах. С одной стороны на валу установлен маховик, с другой — шкив привода вентилятора охлаждения. От этого же шкива крутящий момент с помощью ремней передается на шкивы генератора и компрессора. С этой же стороны на валу крепится шестерня, с которой снимается крутящий момент для привода распределительного вала, а также двух насосов — масляного и топливного (а в некоторых модификациях — и насоса гидросистемы). Все шестерни крепятся на переднем листе двигателя и закрыты металлической крышкой, поэтому в собранном двигателе они не видны и защищены от пыли, грязи и других негативных воздействий.

Двигатель оборудуется топливной аппаратурой с непосредственным впрыском топлива, форсунки установлены в верхней части цилиндров, рядом также находятся и свечи накаливания, которые обеспечивают уверенный пуск при сильно отрицательных температурах окружающего воздуха. Давление топлива создается классическим плунжерным топливным насосом высокого давления.

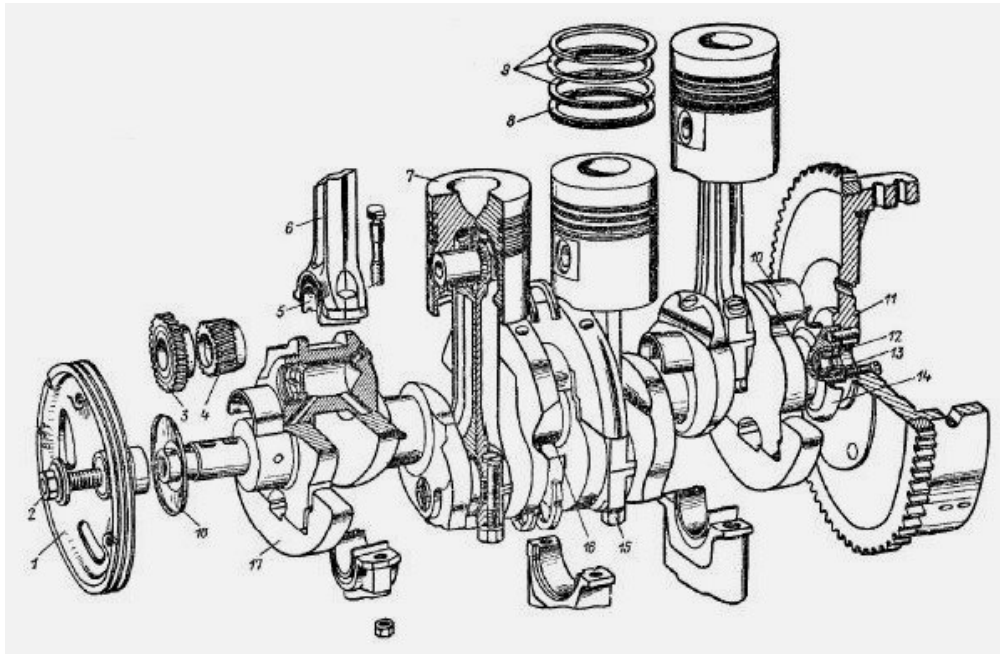
Газораспределительный механизм построен по схеме с нижним расположением распределительного вала (находится в картере). Управление клапанами осуществляется длинными штангами, установленными в индивидуальных кожухах рядом с цилиндрами. Коромысла клапанов установлены в верхней части головки, они накрыты металлической крышкой (крышкой клапанов). Также в ГРМ предусмотрен декомпрессор, который облегчает холодный пуск мотора и производит его остановку в аварийных ситуациях.

Охлаждение двигателя осуществляется воздушным вентилятором, установленным в кожух, который распределяет и направляет поток воздуха сразу на все головки цилиндров. Кожух установлен сбоку двигателя, охватывая все головки цилиндров, с противоположной стороны головки открыты и не закрываются никакими кожухами, что обеспечивает беспрепятственный выход воздуха и эффективный отвод тепла. Воздушное охлаждение накладывает определенные условия на способы установки двигателя в тракторе или иной технике. Основным требованием является обеспечение свободного доступа к мотору холодного и выхода теплого воздуха, поэтому обычно Д144 на тракторах, дорожной технике или автономных установках находится в открытом по бокам моторном отсеке, а в бетономесителях и некоторых других типах техники и вовсе расположен практически под открытым небом.

Из других особенностей мотора Д144 нужно выделить наличие в нем электрического стартера и возможность установки разнообразного дополнительного оборудования. Также двигатель может оснащаться

детальями и целыми узлами с различными характеристиками от сторонних производителей (в том числе и комплектующих зарубежного производства), что позволяет на основе базовой модели создавать множество модификаций с различными характеристиками.

Кривошипно-шатунный механизм двигателя Д-144 (рис. 1.2) служит для преобразования возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала.



1- ведущий шкив привода вентилятора; 2 — специальный болт; 3 — шестерня привода масляного насоса; 4 — шестерня привода распределения; 5 — вкладыш шатунного подшипника; 6 — шатун; 7 — поршень; 8 — маслосъемное кольцо; 9 — компрессионные кольца; 10 — вкладыш коренного подшипника; 11 — маховик; 12 — манжета; 13 — шарикоподшипник; 14 — задний маслоотражатель; 15 — гайка шатунного болта; 16 — коленчатый вал; 17 — противовес; 18 — передний маслоотражатель.

Рисунок 1.2- Кривошипно-шатунный механизм двигателя Д144

На поршни действуют силы давления газов, возникающие от сгорания топлива в цилиндрах. Через шатун, шарнирно соединенный с поршнем и шатунной шейкой коленчатого вала, усилие передается на кривошип коленчатого вала 16.

Установленный на коленвале дизеля Д-144 маховик 11 служит для уменьшения неравномерности работы дизеля и передачи крутящего момента к трансмиссии трактора через муфту сцепления..

Основная деталь остова двигателя Д-144 - блок цилиндров обычно представляет собой чугунную или алюминиевую отливку сложной формы.

Блок цилиндров Д-144 объединяет в себе гильзы цилиндров, опоры коленчатого вала и опоры деталей газораспределительного механизма. Снизу к блоку картеру закрепляются нижние половины опор коленчатого вала.

Нижняя часть блока цилиндров Д-144 закрывается масляным поддоном, который может быть легким навесным или несущим. В передней части блока картера размещается привод газораспределительного механизма и вспомогательных систем.

Задняя часть блока-картера цилиндров двигателя соединяется с картером узлов трансмиссии.

Двигатели с воздушным охлаждением Д144 не имеют единого блока цилиндров. Их цилиндры отдельные, съемные с радиаторными рёбрами снаружи для улучшения теплоотвода.

Головка блока цилиндров двигателя Д-144 представляет собой отливку из алюминиевого сплава, но может быть и чугунной. В головке цилиндров дизеля Д-144 размещаются клапаны и другие детали газораспределительного механизма, газообменные каналы, посадочные места для топливных форсунок. Кроме того, в головке цилиндров может размещаться камера сгорания неразделенного или разделенного типов.

Головки цилиндров двигателей с воздушным охлаждением индивидуальные, имеют наружный радиатор.

## **1.2 Ремонт двигателя**

Ремонт двигателя, как и других агрегатов, производят после определенного пробега, величину которого обычно оценивают по экономическому критерию. Остановка или невозможность запуска свидетельствуют о нарушении работоспособности двигателя. Прежде чем разбирать двигатель, следует очень тщательно установить причину его неисправности.

Неисправности дизелей. Одна из неисправностей дизельного двигателя он не запускается. Причин может быть две: в камере сгорания не образуется рабочая смесь соответствующего состава или не созданы условия для ее воспламенения.

При поиске причины непоступления топлива в камеру сгорания прежде всего следует проверить наличие топлива в баке, а у некоторых двигателей положение крана всасывающего топливопровода. Недостаточная подача топлива в цилиндры двигателя может быть из-за попадания воздуха в систему питания. Обнаруживается это тем, что в местах поступления воздуха выделяется пена или подтекает топливо. Мало может поступать топлива также в тех случаях, если засорены фильтрующие элементы топливных фильтров, засорены топливопровода или заборник в топливном баке, замерзла вода в топливопроводах или на сетке заборника топливного бака, увеличилась вязкость топлива из-за низкой температуры окружающего воздуха, не работает топливоподкачивающий насос, износились плунжерные пары, зависают нагнетательные клапаны топливного насоса высокого давления, плохо перемещается или даже заедает рейка топливного насоса Высокого давления, неправильно установлен угол опережения впрыска топлива. Мало поступает топлива, а вернее, рабочей смеси в цилиндры при чрезмерном износе деталей цилиндро-поршневой группы.

Если двигатель нельзя запустить только потому, что стартер вращает коленчатый вал очень медленно, то причину следует искать или в малой мощности аккумуляторной батареи, или в плохом контакте цепи питания стартера, реле стартера, на клеммах аккумулятора, щеток стартера с коллектором.

В процессе работы двигатель не развивает максимальную мощность, если загрязнен воздушный фильтр, в топливную систему попал воздух, неправильно установлен угол опережения впрыска топлива, клапанов газораспределения неплотная посадка, засорен выпускной тракт, а чаще всего недостаточная топливоподача в цилиндры двигателя.

Подача топлива в цилиндры уменьшается по разным причинам: рычаг управления регулятором не доходит до болта максимальных оборотов, засорены форсунки или нарушена регулировка давления подъема иглы, неисправны клапаны топливopодкачивающего насоса, плохо работают узлы топливного насоса высокого давления (поломаны пружины толкателей, низкая герметичность нагнетательных клапанов, ослаблено крепление зубчатого венца втулки плунжера, завис плунжер). При наличии перечисленных неисправностей работоспособность двигателя восстанавливают промывкой воздушного фильтра, прокачкой системы питания топливом с помощью ручного топливopодкачивающего насоса, регулированием угла опережения впрыска топлива по моментоскопу, регулированием тепловых зазоров клапанного механизма, прочисткой выпускного клапана. Подачу топлива восстанавливают по-разному, в зависимости от установленной причины неисправности: регулируют при необходимости систему тяг и рычагов управления подачей топлива, проверяют и регулируют на стенде форсунку, заменяют неисправные детали насоса высокого давления.

Стуки в двигателе даже при малой наработке, пробеге автомобилей могут появиться из-за разжижения масла топливом (через соединения топливopроводов), раннего впрыска топлива при неправильном опережении впрыска топлива, нарушения регулировки клапанного механизма и перегреве двигателя по разным причинам (мало жидкости в системе охлаждения, закрыты жалюзи радиатора при нормальной температуре воздуха, слабое натяжение ремня привода водяного насоса, неисправны термостат или водяной насос, толстый слой накипи в системе охлаждения). Двигатель при этом работает с повышенным дымлением.

Неравномерная работа двигателя обычно возникает при неравномерной подаче топлива (в систему питания попал воздух, секции насоса высокого давления работают неритмично, нестабильно, ослаблено крепление или есть

трещины в топливопроводах высокого давления, неисправна форсунка, завис нагнетательный клапан топливного насоса высокого давления).

Дымность выпуска зависит от режима работы двигателя, температуры двигателя, от режима сгорания топливной смеси, от качества топливной смеси и технического состояния цилиндро-поршневой группы и механизма газораспределения. Черный цвет дыма при работе двигателя с перегрузкой, с загрязненным воздушным фильтром, на топливе с низким цетановым числом, с поздним началом подачи топлива насосом высокого давления, с большой цикловой подачей топлива насосом высокого давления, при малом давлении подъема иглы форсунок, с недостаточной компрессией в цилиндрах двигателя (ослаблено крепление головки цилиндров, усадка или поломка пружин клапана, неплотное прилегание клапанов к седлам, заедание клапанов в направляющих втулках, залегание компрессионных и маслосъемных колец в канавках поршня, износ поршневых колец).

Синий цвет дыма характеризует плохое качество распиливания топлива форсунками, сгорание масла в цилиндрах, большой износ сопряжений кольцо-канавка поршня. При низкой температуре жидкости в системе охлаждения двигателя или при попадании в топливо воды цвет дыма белый.

Двигатель внезапно останавливается при попадании воздуха в топливную систему, засорении топливных фильтров, при наличии воды в топливе, засорении и поломке топливопроводов, из-за отказа топливоподкачивающего насоса.

Давление масла в системе смазки снижается в результате повышения температуры масла, из-за плохого охлаждения масла или малого его количества. Загрязнение масляного радиатора, разжижение масла топливом из негерметичных трубопроводов или слива топлива из форсунок снижает интенсивность охлаждения поверхностей трения. Загрязнение фильтрующего элемента фильтра грубой очистки масла, засорение заборника масляного насоса, заедание плунжера редукционного или сливного клапанов масляного насоса, установка фильтра центробежной очистки при неправильном



положении прокладки, нарушение герметичности соединений маслопроводов снижает подачу масла в систему смазки и на поверхность трения. Все это ухудшает смазку трущихся деталей и одновременно снижает их охлаждение. Однако прежде чем искать причины этих неисправностей, вызывающих снижение давления масла в системе смазки, следует убедиться, что в картере есть масло и масляный манометр исправен.

Вода в систему смазки может попадать из щелей между головкой блока и блоком цилиндров из-за слабого (или неправильного) крепления головки цилиндров или разрушения прокладок головки цилиндров. Просачивание воды может происходить по посадочным плоскостям стакана форсунки, подтекание через резиновые уплотнительные кольца гильз цилиндров, из трещин, образующихся вследствие неграмотной эксплуатации в головке или блоке цилиндров.

Температура жидкости в системе охлаждения повышается больше положенного при малой интенсивности охлаждения жидкости (слабое натяжение ремня привода водяного насоса, неисправный водяной насос, грязная наружная или покрытая накипью внутренняя поверхности радиатора) или из-за недостатка (утечки) воды из системы охлаждения (повреждение радиатора, течь в соединениях шлангов). Предварительно следует убедиться, что система заполнена охлаждающей жидкостью, а термометр системы охлаждения исправен. При заедании термостата в открытом положении может произойти переохлаждение в радиаторе. При этом температура жидкости в системе охлаждения может оказаться ниже оптимальной, а в зимнее время может разморозиться (прихватить) радиатор.

В процессе разборки агрегата, узла необходимо снимать детали только в том случае, если тщательным контролем обоснована целесообразность такой операции. При этом необходимо исключить возможность повреждения поверхности деталей, обеспечить возможность при сборке, восстановить взаимное их положение, оставить для последующей сборки только годные к дальнейшей работе детали (по результатам установленного контроля).

Перед разборкой агрегат, узел очищают от грязи, промывают обезжиривающим раствором и обдувают сжатым воздухом. Разборку поручают мастеру, хорошо знающему конструкцию агрегата, узла. Все детали при разборке укладывают в специальные коробки или многоячеичные ящики. При разборке, когда корпус необходимо закрепить в тисках, пользуются мягкими прокладками, чтобы избежать повреждения зажимаемых поверхностей. Разбирать нужно особенно внимательно, обращая при этом внимание на положение деталей относительно друг друга и складывая их в секции ящика, предварительно пометив, чтобы при сборке годные детали были установлены на свои прежние места. Затем определяют техническое состояние деталей, зазоры и люфты, при необходимости регулируют.

Осматривают и проверяют разобранный дизель Д-144, сообразуясь с тем, какие неисправности наблюдались в его работе перед разборкой. Так, например, если дизель сильно дымил, расходовал много масла или происходило сильное выделение газов из газоотводной трубки, наблюдалось падение мощности, имел место затрудненный пуск, надо проверить состояние и степень изношенности поршневых колец, поршней и цилиндров.

Если указатель давления показывал малое или нулевое давление масла на всех режимах работы, то, прежде чем разбирать дизель, следует проверить (если потребуется, исправить или заменить) указатель давления и убедиться в чистоте сетки маслоприемника и исправности редукционного клапана масляного насоса, а также центрифуги.

Только после этих проверок можно приступить к разборке коренных и шатунных подшипников для осмотра трущихся поверхностей, определения зазора в них и устранения неисправностей.

Поршневые кольца Д-144 подлежат замене, если зазор в замке кольца, вставленного в новый цилиндр, превышает 5 мм или если зазор по высоте между компрессионным кольцом и поршневой канавкой превышает 0,5 мм.

При замене поршневых колец тщательно очищают от нагара канавки под кольца и маслоотводящие отверстия и промывают поршень дизельным топливом. При надевании колец на поршень не следует разводить замки колец более чем на 30 мм.

Поршневые кольца, поставленные на поршень двигателя Д-144, должны свободно перемещаться в канавках. При повороте на  $360^\circ$  поршня, находящегося в горизонтальном положении, кольца должны плавно перемещаться в канавках и утопать в них.

Маслосъемное (двойное) кольцо 8 с расширителем ставят так, чтобы в верхней части канавки находилось кольцо с дренажными пазами (пазами вниз), а в нижней части — кольцо без дренажных пазов, прямоугольной выточкой вниз.

При установке поршня в цилиндр замки колец располагают под углом  $90^\circ$  одно к другому, но так, чтобы замки колец не были бы против отверстия под палец. Поршни ставят в те же цилиндры, в которых они работали. Зеркало цилиндра перед постановкой поршня смазывают моторным маслом.

Поршни двигателя Д-144 заменяют тогда, когда зазор по высоте между верхней канавкой и новым компрессионным кольцом превысит 0,5 мм, когда зазор между юбкой поршня и цилиндром превысит 0,5 мм при положении поршня в верхней мертвой точке (ВМТ).

Основные возможные дефекты гильзы цилиндров: износ и задиры рабочей поверхности, деформация и изнашивание наружных посадочных поверхностей.

Восстанавливают растачиванием и последующим хонингованием под ремонтный размер. В мастерских, где нет соответствующего оборудования, вместо изношенных устанавливают новые гильзы.

В последнем случае одновременно с поршнем заменяют цилиндр и медную уплотнительную прокладку толщиной 0,3 мм, установленную между фланцем цилиндра и верхней плоскостью картера. Новые поршень и цилиндр перед установкой подбирают одно к другому по размерам.

### **1.3 Причины потери работоспособности двигателя.**

Для обеспечения нормальных условий работы деталей цилиндро-поршневой группы и кривошипно-шатунного механизма во время эксплуатации не допускается:

- загрузка недостаточно прогретого дизеля;
- продолжительная работа при перегрузке дизеля Д144;
- работа дизеля с давлением масла ниже 0,15 МПа;
- работа дизеля при температуре масла в магистрали выше 120° и ниже 40 °С;
- длительная работа дизеля на холостом ходу, вызывающая закоксовывание поршневых колец;
- работа дизеля без кожуха вентилятора и дефлекторов или при неплотном прилегании их к привалочным поверхностям;
- работа дизеля на не рекомендованных сортах масла;
- работа дизеля без воздухоочистителя, с неисправным воздухоочистителем или подсосом воздуха через соединения всасывающих трубопроводов;
- работа дизеля с перебоями, ненормальными стуками и дымным выхлопом.

Повышенный расход картерного масла, интенсивный выход газов из сапуна, стуки, выделение характерного белого дыма - все это признаки изношенности цилиндропоршневой группы кривошипно-шатунного механизма.

Правильное техническое обслуживание двигателя и нормальная эксплуатация его обеспечивают незначительный износ деталей и бесперебойную работу кривошипно-шатунного механизма и цилиндропоршневой группы длительное время.

### **1.4 Обзор способов и средств обработки гильз цилиндров и повышения их износостойкости**

Создание надежных машин с высокими технико-экономическими показателями связано с неуклонным повышением требований к точности и качеству их изготовления. Поэтому необходимо развивать и совершенствовать технологические методы механической обработки деталей

этих машин, особенно чистовые и отделочные операции, так как они оказывают большое влияние на показатели долговечности и надежности.

Известно, что даже небольшое снижение коэффициента трения, повышение износостойкости деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) приводит к значительному повышению эффективности использования двигателей, увеличению моторесурса. Наибольшее значение имеет качество изготовления и ремонта пары трения поршневое кольцо - гильза цилиндра.

При эксплуатации поршневых колец, особенно покрытых твердым хромом, в паре с гильзой цилиндра, обработанной методом обычного абразивного или алмазного хонингования, на поверхностях трения появляются прижоги и задиры, а также происходит схватывание хромового покрытия с поверхностью гильзы. Кроме того при обычном хонинговании происходит насыщение поверхности гильзы цилиндров абразивными частицами, которые в дальнейшем вызывают абразивный износ поршневого кольца.

Наиболее ответственным периодом работы двигателя является период приработки трущихся деталей, так как в это время происходит переход качественных показателей поверхностей трения от технологических к эксплуатационным.

Для увеличения износостойкости и задиростойкости соединения «гильза цилиндра-поршневое кольцо» двигателей применяют различные приработочные покрытия.

Нанесение пластичного покрытия из металла на поверхность трущихся детали соединений прочность на срез покрытия оказывается меньше, чем в металле подложки. Это дает снижение коэффициента трения и интенсивности изнашивания поверхности с покрытием из-за отсутствия (или уменьшения) глубинного разрушения и схватывания металла. Все это существенно, особенно при высоких скоростях скольжения и нагрузках.

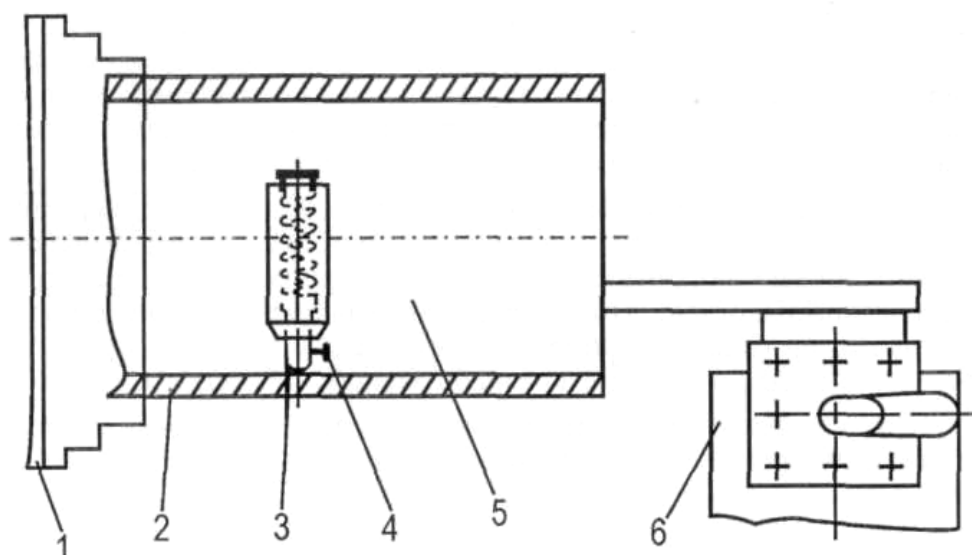
Наиболее эффективными являются фрикционные композиционные покрытия из меди и дисульфида молибдена, которые значительно снижают

сопротивление сдвигу на площадках контакта трущихся поверхностей [ ]. Применение медьдисульфидмолибденовых покрытий на гильзах цилиндра снижает длительность приработки всего двигателя до 2,5 раз и повышает задиростойкость в 1,5 раза.

Для фрикционно-механического нанесения медьсодержащих покрытий на поверхности трения гильз цилиндров и других деталей типа «втулка» разработан ряд специальных приспособлений, полуавтоматов, автоматов и станков.

Так на рис. 1.3 изображена схема фрикционного латунирования гильзы [ ]. Держатель с латунным прутком закрепляют в борштанге, установленной в резцедержателе станка. В процессе натирания прутки трется по поверхности гильзы и перемещается вдоль нее. Гильза, закрепленная в патроне токарного станка, при этом вращается и в зону латунирования подается среда, состоящая из активатора и глицерина.

Режим латунирования прутковым инструментом следующий: окружная скорость поверхности детали 0,15...0,3 м/с; удельное давление прутка 102...150 МПа; продольная подача 0,1 ...0,2 мм/об; рабочих ходов 1...2; толщина покрытия при использовании латуни Л62 или ЛС59-1 — 2...3 мкм, меди или бронзы — 1...2 мкм. Рассмотренные устройства для фрикционно-механического нанесения покрытий имеют существенные недостатки, заключающиеся в низкой производительности, нарушении равномерности покрытия и, следовательно, возрастании шероховатости поверхности. Для преодоления этих недостатков разработан ряд устройств для фрикционно-механического нанесения покрытий.

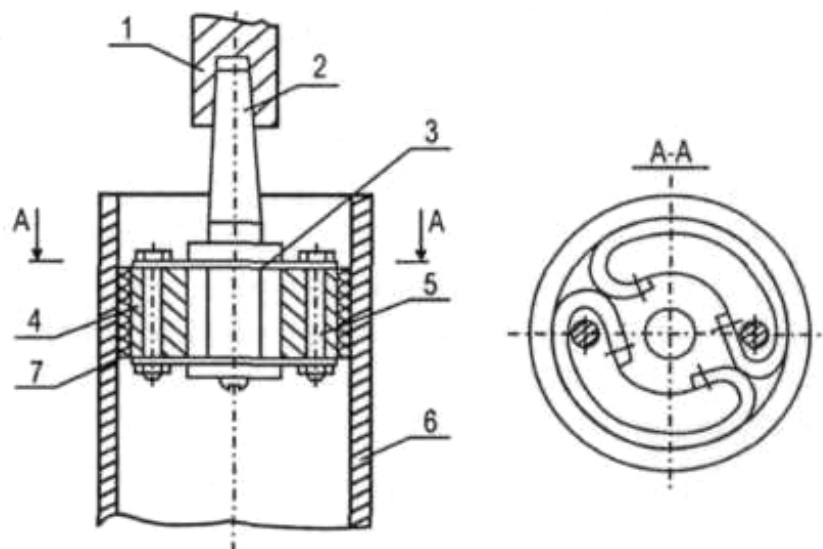


1 —патрон токарный; 2 — обрабатываемая гильза; 3 —пруток латунный;  
4 — держатель; 5 — борштанга; 6 — резцедержатель

Рисунок 1.3- Схема фрикционного латунирования гильзы

Для увеличения производительности, в Кировоградском институте сельскохозяйственного машиностроения разработано устройство для фрикционно-механо-химического нанесения покрытий [3], содержащее механизм вращения и натирающий узел, рабочая поверхность которого выполнена с чехлом из упругопористого материала. Натирающий узел выполнен в виде колодок, установленных шарнирно с возможностью перемещения за счет центробежных сил.

Устройство (рис. 1.4) содержит механизм вращения, 1, например, шпиндель радиально-сверлильного станка, приводной вал 2, соединенный жестко с дисками 3, между которыми установлен натирающий узел, выполненный в виде колодок 4 с осями 5, при этом один конец колодки 4 повторяет поверхность обрабатываемой детали 6. На колодки 4 устанавливаются чехлы 7 из упругопористого материала (например, войлока, фетра, асбеста и др.).



*1 — механизм вращения; 2 — приводной вал; 3 — диск;  
4 — натирающий инструмент; 5 — ось; 6 — поверхность обрабатываемой детали; 7 — чехол*

Рисунок 1.4- Схема устройства для латунирования гильз цилиндров

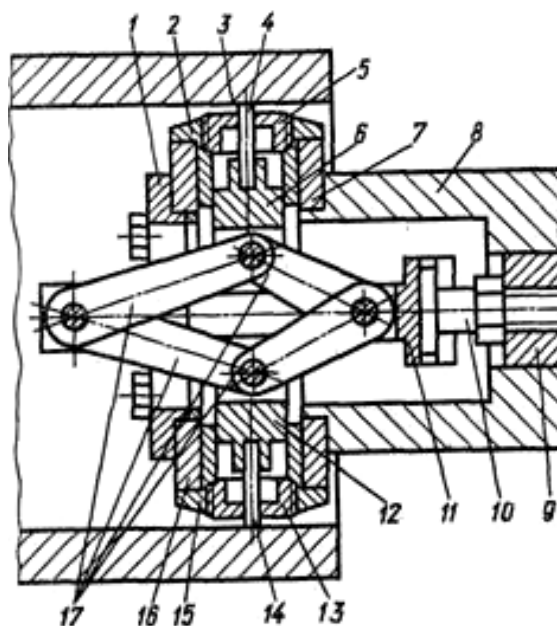
Крепление колодки 4 на оси 5 обеспечивает равномерное поджатие к обрабатываемой поверхности за счет центробежных сил.

Обрабатываемая деталь 6 устанавливается на столе расточного или сверлильного станка (на рис. 1.4 не показан). Устройство вводят до соприкосновения натирающего узла с рабочими поверхностями детали 6, включают механизм вращения, а затем механизм продольной подачи.

Вследствие наличия в зоне натирания активной технологической среды и упругопористого материала, выполняющего роль абразива, происходит удаление окисной пленки с поверхности детали, и они покрываются плотным, прочно сцепленным с основным материалом, металлом из раствора в виде сплошной пленки. Скорость нанесения покрытия  $V=4...6$  м/с, шероховатость не изменяется, производительность повышается в 2...3 раза.

Для ФАБО гильз цилиндров разработано С. А. Терешкиным и О. В. Чекулаевым приспособление устанавливаемое в резцедержателе токарного станка. ФАБО производят на станке с помощью приспособления. Передняя часть приспособления показана на рис. 1.5.





1-крышка; 2 и 15 - направляющие втулки; 3- обрабатываемая поверхность; 4 и 14 прутки из латуни; 5 и 13 –гайки; 6 и 12 подвижные штоки; 7 и 16 – стаканы; 8-головка; 9- тяга; 10 –болт; 11 - вилка; 17 – рычаги.

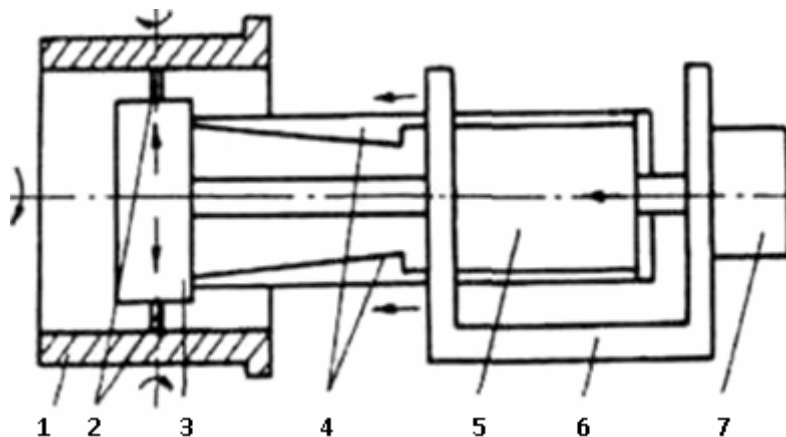
Рисунок 1.5 - Схема приспособления для финишной антифрикционной безабразивной обработки гильзы цилиндра

Она имеет систему рычагов через которые усилие от подпружиненной передается на штоки, и установленные в них прутки 4 и 14 из латуни или бронзы прижимаются к обрабатываемой поверхности 3. Рычаги 17 соединены шарнирно с крышкой 1 головки и вилкой тяги. Самоустановка прутков латуни в процессе работы обеспечивается перемещением вилки 11, имеющей паз, относительно болта 10. По мере износа прутки перемещаются в радиальном направлении в гайках 5 и 13. Изношенные прутки заменяют новыми. Для введения прутков в гильзу подпружиненную тягу отжимают специальной гайкой, в результате чего штоки сдвигаются к центру.

Также есть конструкции, использующие кинематику расточных станков. В этих конструкциях вместо расточных резцов, устанавливаются латунные прутки. Наибольшую универсализацию применил д. т. н., проф. Г.

Польцер, разработав и внедрив ряд приспособлений и полуавтоматов для ФАБО деталей типа «втулка» (рис. 1.6).

Исследования, проведенные в Германии д. т. н. проф. Г. Польцером, показали высокую эффективность технологий фрикционного латунирования гильз цилиндров ДВС.



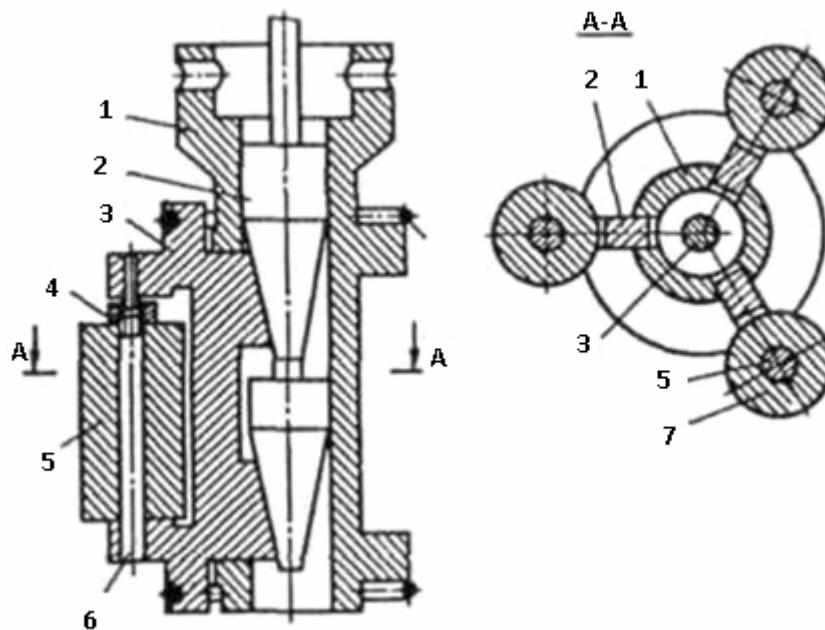
1 — гильза цилиндра; 2 — натирающие штифты; 3 — головка;  
4 — клин (шпонка) для создания нагрузки; 5 — двигатель;  
6 — оправка; 7 — пневматический цилиндр

Рисунок 1.6 - Внешний вид и принципиальная схема полуавтомата для фрикционного латунирования цилиндров двигателя вращающимся штифтом

Рассмотренные способы ФАБО натираем прутковым материалом имеют определенные недостатки: низкая производительность процесса, неравномерность покрытия по толщине, наличие больших нагрузок на инструмент и, как следствие, возникновение вибраций и шумов, интенсивное выделение тепла в зоне трения.

Повышения производительности процесса латунирования и упрощения конструкции инструмента разработано устройство на базе серийной хонинговальной головки (рис. 1.7), предназначенное для нанесения покрытий на внутренние поверхности деталей. Корпус 1 устройства имеет три радиальных паза, равномерно расположенных по окружности, с размещенными в них колодками 3, которые могут перемещаться в радиальном направлении. Для разжимания колодок служит конический шток 3. Обратный отжим колодок и фиксация их от выпадения в свободном

состоянии осуществляется кольцевыми пружинами 7. На колодках с помощью осей 6 и гаек 4 установлены натирающие элементы 5, изготовленные из материала наносимого покрытия и имеющие форму цилиндрических роликов. Ось 6 может свободно вращаться в отверстиях колодок 3.



1- корпус устройства; 2 — конический шток; 3 — колодка; 4 — гайка;  
5 — натирающие элементы; 6 — ось; 7 — кольцевая пружина

Рисунок 1.7 -Устройство для латунирования гильз цилиндров на вертикально-хонинговальном станке

Приспособление с помощью штифта присоединяется к хонинговальному станку. От пневматической системы станка к штоку 2 прикладывается нагрузка, под действием которой колодки 3 разжимаются, а натирающие элементы 5 прижимаются с рассчитанным усилием к обрабатываемой детали. Устройство совершает одновременно вращательное и возвратно-поступательное движения, как при хонинговании гильз. В результате возвратно-поступательного движения происходит скольжение натирающих элементов 5 и перенос материала покрытия на поверхность детали. Поскольку в процессе работы натирающие элементы постоянно обкатываются по поверхности детали, они изнашиваются равномерно и не утрачивают цилиндрической формы. Покрытие наносится за 10...20 двойных возвратно-поступательных ходов. При нанесении покрытия из латуни Л62 на

поверхность гильзы цилиндров двигателя КамАЗ-740 получено увеличение производительности в 6...10 раз по сравнению с использованием устройств с прутковым материалом.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Технология ремонта гильз цилиндров

Гильзы цилиндров двигателей Д-144 делают из специального чугуна ( $HRC = 42 \dots 50$ )

Основные дефекты гильз: износ зеркала цилиндра; износ, изменение формы и взаимного расположения верхнего и нижнего установочных поясков относительно оси цилиндра; сколы и трещины любого размера и расположения; отложения накипи на поверхности, омываемой водой; отложения накипи на поверхностях посадочных поясков; коробление, отколы, глубокие задиры или потеря натяга вставки гильзы.

При наличии сколов или трещин любого размера и расположения гильзы выбраковывают. Эти дефекты обнаруживают визуально либо гидравлическим испытанием гильзы под давлением 0,4 МПа в течение 1...2 мин. При этом на наружной части гильзы не должно быть капель воды.

Отложения накипи на поверхностях, омываемых водой, и на посадочных поясках удаляются механическими или физико-химическими способами. К механическим относят ручную очистку, очистку чугунной дробью различных размеров, пневматическую очистку косточковой крошкой, очистку при помощи дисковых проволочных щеток («кращевание»).

К физико-химическим методам относят электрохимическую и ультразвуковую, а также очистку с использованием специальных растворителей и моющих средств. Для очистки гильз цилиндров со вставками не рекомендуется очистка в растворе или расплаве каустической соды, так как при этом происходит некоторая потеря прочности посадки вставки в гильзе цилиндра. Для этих гильз можно использовать очистку косточковой крошкой, чугунной дробью и крацевание.

Износ зеркала цилиндра устраняется растачиванием с последующим хонингованием под один из ремонтных размеров, постановкой дополнительных ремонтных деталей (ДРД), индукционной центробежной наплавкой, проточным хромированием.

В практике ремонтного производства растачивание с последующим хонингованием под один из ремонтных размеров получило наибольшее распространение как один из наиболее производительных, высококачественных и эффективных методов.

Коррозионный износ и деформацию поясков гильзы устраняют восстановлением до исходных размеров железнением или плазменным напылением с последующим оплавлением покрытия. При использовании способа железнения пояски гильзы предварительно шлифуют, наносят покрытие и окончательно шлифуют до исходного размера. С целью недопущения деформации гильзы предварительное и окончательное шлифование рекомендуется проводить на гидропластмассовой оправке, обеспечивающей погрешность центрирования не более 0,01 мм. Окончательное шлифование поясков гильзы выполняют на круглошлифовальном станке типа 3А 15. Острые кромки поясков закругляют радиусом 0,2.. 0,3 мм.

При восстановлении поясков гильзы плазменным напылением с последующим оплавлением покрытия технологический процесс включает в себя следующие операции: предварительное шлифование на гидропластмассовой оправке для обеспечения правильной геометрической формы; дробеструйную обработку чугуновой дробью; нанесение покрытия; оплавление покрытия кислородным пламенем, плазменной струей или токами высокой частоты; окончательное шлифование восстановленных поясков. Нанесение покрытия производится на режимах, указанных в технических требованиях к плазменному напылению.

Для растачивания зеркала гильза цилиндров устанавливается в приспособление, в котором она базируется посадочными поясками. Растачивание гильз производится под один из ремонтных размеров на алмазно-расточном станке 278Н резцами, оснащенными пластинками из эльбора или твердого сплава ВК6 при следующих режимах: подача 0,14 мм/об; скорость резания 80...100 м/мин; частота вращения шпинделя 300 об/мин.

После растачивания отверстие гильзы предварительно и окончательно обрабатывают на хонинговальных станках 3Г833 и 3А83С-33. Предварительное хонингование производят брусками КЗ10СТ1К или алмазными брусками АС6М1 100%-ной концентрации с содержанием алмазов в бруске 3,5 карата. Окончательное хонингование ведут брусками КЗМ20СМ1К или алмазными брусками АСМ20М1 100%-ной концентрации. Хонингование ведут при режимах: окружная скорость 60.. 80 м/мин; возвратно-поступательная скорость 15.. 25 м/мин; давление на бруски 5...10 кгс/см<sup>2</sup> (предварительное хонингование) и 3...5 кгс/см<sup>2</sup> (окончательное); СОЖ - керосин; припуск на предварительное хонингование 0,05.. 0,07 мм, на окончательное 0,01...0,03 мм.

Приспособления, используемые при растачивании и хонинговании гильз, должны отвечать необходимым требованиям по точности.

## **2.2.Выбор рационального способа восстановления деталей.**

Гильзы цилиндров, вышедшие за ремонтный размер или не имеющие ремонтных размеров, восстанавливают одним из следующих методов: обработки под ремонтный размер постановкой легкоъемных тонких пластин; осталиванием; хромированием и др.

Итак, по технологическому критерию подходят обработка обработки под ремонтный размер, осталиванием, постановкой легкоъемных тонких пластин.

Технический критерий оценивает каждый из выбранных способов путем анализа восстанавливаемой поверхности с изучением ее свойств (износостойкость, твердость, сцепляемость) и характеризуется одним общим коэффициентом долговечности.

$$K_D = K_I * K_B * K_C * K_{II} \quad (2.1)$$

где  $K_{II}$  - поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации ( $K_{II}=0,8...0,9$ ).

Для метода обработки под ремонтный размер:

$$K_{д1} = 0,95 \times 0,90 \times 1,0 \times 0,86 = 0,7353.$$

Для осталивания

$$K_{д2} = 0,91 * 0,82 * 0,65 * 0,86 = 0,4117.$$

Для метода постановки легкосъёмных тонких пластин

$$K_{д3} = 0,90 * 0,90 * 1,0 * 0,86 = 0,6966.$$

По техническому критерию предпочтительнее применить метод обработки осталиванием.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов оценивают по формуле профессора В.А. Шадричева:

$$K_T = C_B / K_D \quad (2.2)$$

где  $K_T$  — коэффициент технико-экономической эффективности;

$C_B$  - себестоимость восстановления  $1\text{ м}^2$  изношенной поверхности детали, руб./ $\text{м}^2$ .

Для метода обработки под ремонтный размер:

$$K_{T1} = 27,2 / 0,7353 = 36,99 \text{ руб.}$$

Для осталивания

$$K_{T2} = 30,2 / 0,4117 = 73,35 \text{ руб.}$$

Для метода постановки легкосъёмных тонких пластин:

$$K_{T3} = 242 / 0,6966 = 347,4 \text{ руб.}$$

Эффективным считают тот метод у которого  $K_T \rightarrow \min$ .

По технико-экономическому критерию предпочтительнее применить метод обработки под ремонтный размер.

Итак, принимаем метод обработки под ремонтный размер.

## 2.3. Расчёт и выбор параметров и режимов обработки детали.

### 2.3.1. Растачивание отверстия.

Скорость резания определяем по формуле [ ]:

$$V = \pi \cdot D_1 \cdot n / 1000, \quad (2.24)$$

где  $D_1$  — диаметр гильзы, мм;

$n$  — частота вращения шпинделя, мм/об.



$$V = 3,14 \cdot 106 \cdot 112 / 1000 = 37,27 \text{ м/мин.}$$

### 2.3.2. Операция хонингования.

#### 2.3.2.1. Черновое хонингование:

Длину хода хонинговальной головки определяем по формуле [ 1 ]:

$$S = L + 2k - b, \quad (2.25)$$

где  $L$  – высота гильзы, мм.

$$S = 241 + 2 \cdot 20 - 100 = 181 \text{ мм.}$$

Частоту вращения хонинговальной головки определяем по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_0}{\pi D_1}, \quad (2.26)$$

где  $V_0$  – окружная скорость вращения хона;

$D_1$  – диаметр отверстия до обработки, мм.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 105,9} = 180,4 \text{ мин}^{-1}.$$

#### 2.3.2.2. Чистовое хонингование:

Расчетная частота вращения шпинделя определяют по формуле [ 1 ]:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 106} = 180,26 \text{ мин}^{-1}.$$

## 2.4 Техническое нормирование восстановительных работ.

### 2.4.1 Растачивание отверстия.

Норма времени  $T_n$  рассчитывается по формуле:

$$T_n = T_o + T_{всп} + T_D + T_{пз/н}, \text{ мин} \quad (2.27)$$

где  $T_o$  – основное время, мин;

$T_{всп}$  – вспомогательное время, мин;

$T_D$  – дополнительное время, мин  $T_D = 0,14(T_o + T_{всп})$ ;

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

Основное время определяют по формуле [ 1 ]:

$$T_{осн} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.28)$$

где  $L$  – высота гильзы, мм;  
 $i$  – число проходов;  
 $S$  – подача.

$$T_{осн} = \frac{241 \cdot 1}{112 \cdot 0,2} = 10,75 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время  $T_{всп} = 6,7$  мин. Берётся из таблицы [ ], при этом учитывают закрепление гильзы в кондукторе, центрирование и установка вылета резца.

#### 2.4.2. Хонингование.

Основное время при хонинговании может быть определено по формуле:

$$T_0 = C_T \cdot D^{0,1} h, \text{ мин.} \quad (2.29)$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

$h$  – припуск на хонингование, мм;

$C_T$  – коэффициент (при точности обрабатываемого отверстия 0,015 мм  $C_T = 33$ )

Черновое хонингование:

$$T_{01} = 33 \cdot 105,9^{0,1} \cdot 0,1 = 2,63 \text{ мин.}$$

Латунирование:

$$T_{02} = 33 \cdot 106^{0,1} \cdot 0,05 = 2,64 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время ( $T_{всп} = 4,9$  мин.) берётся из таблицы [ ], при этом учитывают закрепление гильзы в кондукторе, центрирование и установка головок.

Тогда для расточки  $T_{нраст} = 10,57 + 6,7 + 0,14(10,75 + 6,7) + 15/1000 = 13,028$  мин.,

а для хонингования + латунирование

$$T_n = (2,63 + 2,64) + 4,9 + 0,14(5,27 + 4,9) + 15/1000 = 6,71 \text{ мин.}$$

## **2.5 Физическая культура на производстве**

Занятия физическими упражнениями имеют большой воспитательный смысл, содействуют укреплению дисциплины, увеличению ощущения ответственности, развитию упористости в достижении установленной цели. Это в схожей степени касается занимающихся всех возрастов, общественного положения, профессии.

Спорт - составная часть в «физической культуры», для его свойственны более действующие способы и способы влияния на физиологическую и духовную сферу человека.

Одним из видов производственной физической культуры является производственная гимнастика. Производственная гимнастика состоит из 4-х видов:

- 1)ФК пауза
- 2)Вводная гимнастика
- 3)ФК минутка
- 4)Микро-пауза.

Производственная гимнастика - это форма активного отдыха, представляющая собой систему физических упражнений, которая применяется в режиме рабочего дня с целью:

1. подготовка систем и функции организма к более быстрому входу в рабочее состояние
2. повышение эффективности отдыха в процессе труда
3. повышение работоспособности ее производительности труда
4. профилактики профессиональных заболеваний и травматизма
5. восстановление двигательных качеств и навыков.

Вводная гимнастика - подготавливает организм к работе, включает в себя 6-8 упражнений и более, проводится перед работой.

ФК-пауза - включает в себя 8-10 упражнений не более 12. Проводится через 2-3 часа от начала работы. Предупреждает развитие утомления,

способствует поддержке на высоком уровне рабочего ритма, улучшает физическое состояние организма. Проводится в тот момент, когда может наступить утомление. Проводится до обеда и после обеда. Проводится организованно под музыку инструктором-методистом.

ФК-минутка - состоит из 2-3 упражнений как в состоянии стоя так и сидя (водители, конструкторы, педагоги). Проводится индивидуально, в зависимости от состояния здоровья.

Микро-пауза - одна из разновидностей производственной гимнастики, которая занимает 20-30 секунд. Широко используется, позволяет снизить утомление за возбуждения ЦНС и расслабления.

## **2.6. Защита окружающей среды**

В результате хозяйственной деятельности человека происходит множество негативных процессов, приводящих к загрязнению окружающей среды, истощению природных ресурсов и их разрушению. Основными источниками загрязнения окружающей среды на ремонтном предприятии являются: выхлопные газы автотранспортных двигателей; вещества, образующиеся при сварочных, наплавочных и кузнечных работах; отработавшие газы котельной установки; промышленные отходы; горюче-смазочные материалы, сливаемые из систем тракторов и автомобилей.

Для улучшения экологической обстановки необходимо провести следующие мероприятия:

- озеленить территорию, оборудовать газоны, в результате чего, за счет поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода будет частично компенсировать вред, нанесенный выхлопными газами;
- установить над наплавочными станками, сварочными постами и горном пыле-газоулавливающие фильтры.

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Обзор существующих конструкции

Создание надежных машин с высокими технико-экономическими показателями связано с неуклонным повышением требований к точности и качеству их изготовления. Поэтому необходимо развивать и совершенствовать технологические методы механической обработки деталей этих машин, особенно чистовые и отделочные операции, так как они оказывают большое влияние на показатели долговечности и надежности.

Среди многочисленных способов чистовой обработки деталей ведущее место занимает абразивная обработка, разновидностью которой является хонингование. Этот способ обработки позволяет успешно решать ряд технологических задач, к числу которых относятся получение высокой точности размеров и малой шероховатости обрабатываемых поверхностей и исправление погрешностей формы. Хонингованием обрабатывают отверстия диаметром от 2,5 до 1500 мм (с максимальной длиной хонингуемых отверстий до 25 м).

Хонингованием обрабатывают детали из чугуна, стали, медных, алюминиевых, магниевых и других сплавов. Обработке подвергаются сквозные и глухие, гладкие и прерывистые отверстия, встречаются также случаи хонингования конусных и эллипсных отверстий.

					ВКР.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	Хонингование успешно применяется в автомобильной, авиационной,					
Разраб.	Аверьянов Н.Н.	Подшипниковой промышленности, тракторной, сельскохозяйственной и			Лит.	Лист	Листов
Проект.	Шадхитов Р.						
					КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ		
Н. Контр.	Шлихтин И.В.				Казанский ГАУ каф. ЭРМ		
Утверд.	Абигамаев Н.Р.						

других отраслях машиностроения при окончательной обработке отверстий гильз цилиндра, блоков двигателей, шатунов, золотниковых втулок, подшипниковых колец, шестерен и многих других деталей.

Приводимый анализ и систематизация конструкций инструмента для хонингования выполнены в результате изучения патентной, научно-технической литературы и практических данных по исследуемому вопросу. Ниже дано описание около пятидесяти наиболее характерных видов хонинговальных головок.

При разработке классификации хонинговальных головок в первую очередь учитывались принцип работы, конструктивные особенности и технологическое назначение основных частей головки, оказывающих существенное влияние на ее работу в целом и соответственно на точность и качество обрабатываемой поверхности.

Головка обычно состоит из трех кинематически связанных друг с другом основных частей: 1) привода разжима брусков; 2) механизма трансформации усилия привода разжима брусков; 3) рабочего элемента головки.

Привод разжима брусков, преобразуя определенный вид энергии, развивает исходное усилие, которое передается непосредственно на рабочий элемент головки или с помощью соответствующего механизма трансформации усилия привода преобразуется в прижимное усилие брусков к обрабатываемой поверхности.

Механизм трансформации усилия привода разжима брусков многократно увеличивает и передает исходное усилие привода толкателям или колодкам с брусками, получающим при этом возможность радиального перемещения.

Рабочий элемент головки — это элемент, непосредственно осуществляющий процесс хонингования. Наиболее часто он выполняется в виде абразивных брусков, закрепленных на колодках. Конструкция хонинговальной головки в значительной степени определяет возможности

					ВКР.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

исправления погрешностей и получения правильной геометрической формы обрабатываемого отверстия, а также производительность процесса хонингования.

Тип и конструкцию хонинговальной головки выбирают в зависимости от размеров и формы обрабатываемого отверстия (сквозное, глухое, гладкое, шлицевое, конусное), от принятой схемы обработки и вида производства.

В зависимости от вида обрабатываемого отверстия хонинговальные головки предназначены для обработки: 1) цилиндрических отверстий (гладких сквозных, шлицевых сквозных, гладких глухих); 2) конических отверстий (сквозных); 3) некруглых отверстий (сквозных).

Конструкция хонинговальной головки для обработки гладких сквозных цилиндрических отверстий показана на рис. 3.1. В центральном отверстии корпуса 5 головки размещены с возможностью осевого перемещения конусы 2, при движении которых осуществляется радиальное перемещение подавателей / с колодками 4 и с брусками 3.

Для направления хонинговальной головки при вводе ее в отверстие детали служат направляющие планки 22. Диаметр направляющих планок принимают на 0,3—0,5 мм меньше диаметра хонингуемого отверстия. При выводе инструмента из отверстия детали колодки удерживаются в гнездах 21 корпуса пружинами 23. Колодки в гнездах корпуса должны двигаться без заеданий, чтобы избежать заклинивания и поломки брусков в процессе хонингования.

Хонинговальная головка шарнирно соединена с полой штангой 9, имеющей в нижней части шаровой наконечник 6. Внутри штанги перемещается шток 8, сообщающий осевое движение конусам 2 от гидромеханизма подачи станка. Чтобы не нарушать подвижности шарнирного соединения, шток 8 связан с конусами головки также с помощью сферических пальцев 7. Осевое перемещение конусам сообщает механизм подачи станка через шток 17, промежуточный стержень 13, штифт 12, детали узла компенсации износа брусков 11, штифт 10 и шток 8. Усилие подачи от

гидросистемы станка действует лишь в одну сторону —. вниз. Отвод в верхнее положение конусов 2 и всех передаточных звеньев осуществляется под действием пружины 20. При подъеме конусов абразивные бруски убираются внутрь корпуса головки кольцевыми пружинами

Обычно станок настраивают на определенную длину хода штока, поэтому по мере износа абразивных брусков необходимы дополнительные перемещения штока вниз. Это осуществляется поворотом гайки механизма компенсации износа 11, сообщающей дополнительное осевое перемещение промежуточному штоку 8 и пальцам 7.

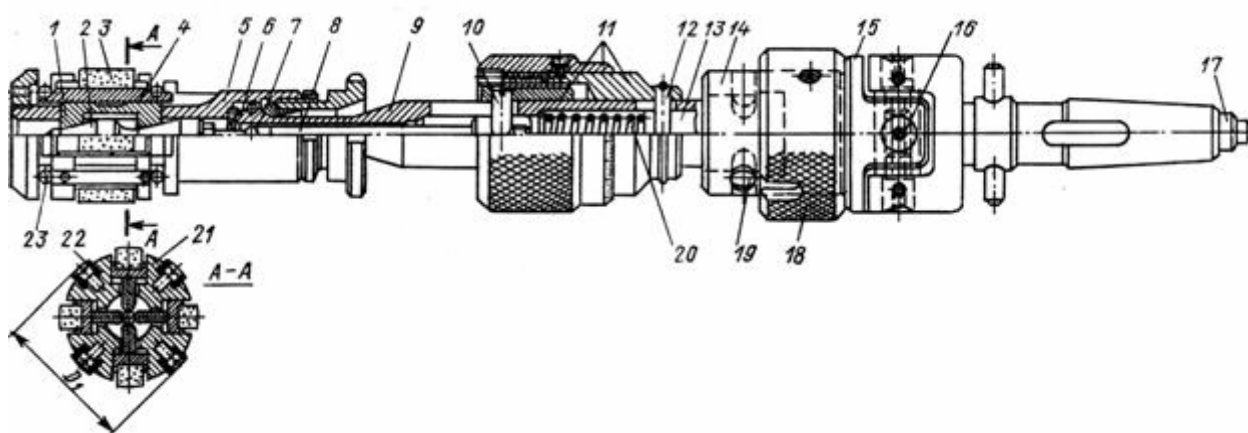


Рисунок 3.1-Хонинговальная головка

Для быстрого снятия и установки оправки с хонинговальной головкой в нижней части патрона имеется байонетный замок 14. Штанга со штифтом 19 входит в патрон и запирается поворотом кольца 18. Байонетный замок 15 качается на шарнире 16.

По виду привода разжима брусков головки бывают двух классов: 1) головки с приводом разжима брусков от станка; 2) головки с автономным приводом разжима брусков.

При хонинговании инструмент и деталь обычно самоустанавливаются, что обеспечивает высокую точность обрабатываемых отверстий. При этом отпадает необходимость правки инструмента, а припуски могут быть сведены до минимума.



Как видно из классификационной схемы (рис. 3.2), хонинговальные головки в зависимости от вида соединения со шпинделем станка делятся на плавающие и жестко закрепленные.

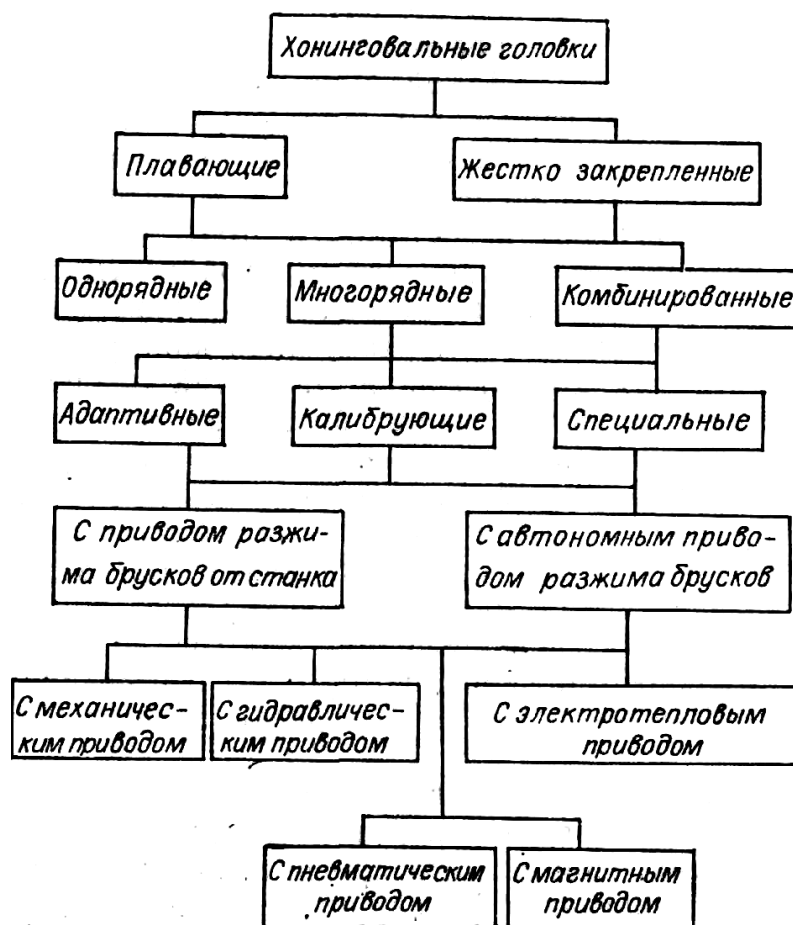


Рисунок 3.2 –Классификация хонинговальных головок

Плавающие хонинговальные головки является плавающим инструментом. В этом случае у головки есть два шарнира (расстояние между ними 200—400 мм), которые могут свободно разворачиваться в любом направлении под углами 5—15°. При обработке таким инструментом деталь закрепляется неподвижно на столе станка или в приспособлении. При использовании плавающего инструмента (благодаря шарнирному соединению) можно добиться весьма малой несоосности головки и отверстия заготовки. При значительной несоосности появляются переменные боковые усилия, что приводит к отклонениям геометрической формы отверстия

заготовки. Инструмент такого типа применяется преимущественно при хонинговании тяжелых изделий и длинных труб.

Применяются плавающие головки двух видов: с расположением шарниров выше рабочей части головки; с расположением одного из шарниров в центре рабочей части головки .

Второй вид плавающей головки обладает повышенной устанавливаемостью брусков по обрабатываемой поверхности; однако он применяется для обработки отверстий диаметром более 200 мм.

Головка с шарниром в центральной части обычно имеет разрезной корпус, что придает ей эластичность и снижает шероховатость обрабатываемой поверхности. Однако наличие разрезного корпуса снижает возможности головки в получении высокой точности размеров отверстия.

Рассматриваемую головку делают и с неразрезным корпусом. Конструкция и работа такой головки несколько проще. Наряду с положительными качествами следует отметить сложность изготовления этой головки.

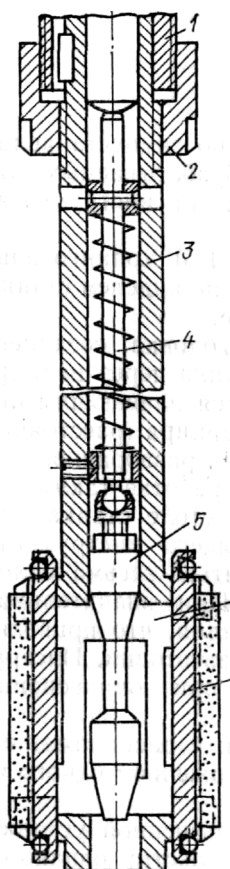
При обработке жестко закрепленным инструментом заготовку обычно устанавливают в плавающем приспособлении. Это позволяет расширить технологические возможности процесса хонингования. Деталь устанавливается в приспособлении, обеспечивающем определенное перемещение в горизонтальной плоскости. После подвода инструмента деталь точно центрируется. В зависимости от размеров обрабатываемой детали горизонтальное перемещение колеблется в пределах 0,2—1,0 мм. Жестко закрепленный инструмент имеет ряд преимуществ. При его использовании значительно упрощается конструкция крепежных приспособлений (благодаря простоте центрирования детали) и появляется возможность более полной автоматизации хонинговальных станков. Кроме того, в плавающем изделии не возникают перекосы и деформации, неизбежные при его зажиме. Применяя этот метод, можно хонинговать тонкостенные детали, детали малой массы и с небольшим диаметром отверстия. С увеличением диаметра

обрабатываемого отверстия возрастает устойчивость жестко закрепленной хонинговальной головки. Таким методом можно обрабатывать детали значительной массы, например, блоки цилиндров двигателей и другие детали.

Жестко закрепленная хонинговальная головка представлена на рис. 3.3.

Корпус 3 головки жестко закреплен в шпинделе 1 станка посредством затяжной гайки 2, разжим брусков осуществляется штоком хонинговального станка, воздействующим через толкатель 4 на разжимные конусы 5, которые, действуя на скосы подавателей 6, заставляют последние и колодки с брусками 7 перемещаться в радиальном направлении. Применяются эти головки для предварительного и окончательного хонингования отверстий в кольцах шатунах и головках других деталях.

В зависимости от числа и расположения брусков хонинговальные головки подразделяются на однорядные, многорядные и комбинированные.



					VKP.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### Рисунок 3.3- Конструкция жесткой хонинговальной головки

Большинство головок, применяемых в крупносерийном и массовом производствах, не имеют автономного привода разжима брусков, а осуществляется он посредством штока хонинговального станка.

В этом случае хонинговальная головка состоит из двух кинематически связанных между собой основных частей: механизма трансформации усилия привода разжима брусков; рабочего элемента головки — колодок с брусками.

Гидравлический привод обладает меньшими габаритными размерами по сравнению с пневматическим, вследствие высоких давлений рабочей среды, достигающих 103 кПа, и невзрывоопасен. Однако пневматический привод не требует коммуникаций для возврата отработанного воздуха, так как сброс его осуществляется непосредственно в атмосферу. Поскольку гидравлический привод принципиально не отличается от пневматического, а имеющиеся конструктивные различия с технологической точки зрения незначительны, в дальнейшем вышеуказанные приводы объединены в один гидропневмопривод.

В пневматических приводах усилие, необходимое для разжима хонинговальных брусков, создается давлением сжатого воздуха, подаваемого в полость привода из общей сети. Так как давление сжатого воздуха в сети не превышает 600 кПа, то для создания больших усилий пневматические приводы должны иметь большие размеры, что может явиться препятствием для их применения; Достоинством пневмоприводов является простота конструкции и\* удобство снабжения сжатым газом, быстрота действия и легкость управления с помощью соответствующей нормализованной аппаратуры.

Гидропневмопривод основан на использовании энергии жидкости, жидкотекучих тел, например гидропласта, или газа, находящихся под давлением, а также для радиального перемещения и обеспечения

					ВКР.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

требуемого прижимного усилия хонинговальных брусков к обрабатываемой поверхности. Гидропневмопривод разжима хонинговальных брусков осуществляется: гидропнеumoкамерой; гидропнеumoцилиндром; рабочей средой.

Для проведения латунирования наиболее подходящим приспособлением нам представляется устройство с латунными роликами представленное на рис.1.7 в первой главе ВКР.

### **3.2 Обоснование предлагаемой конструкции и ее устройство**

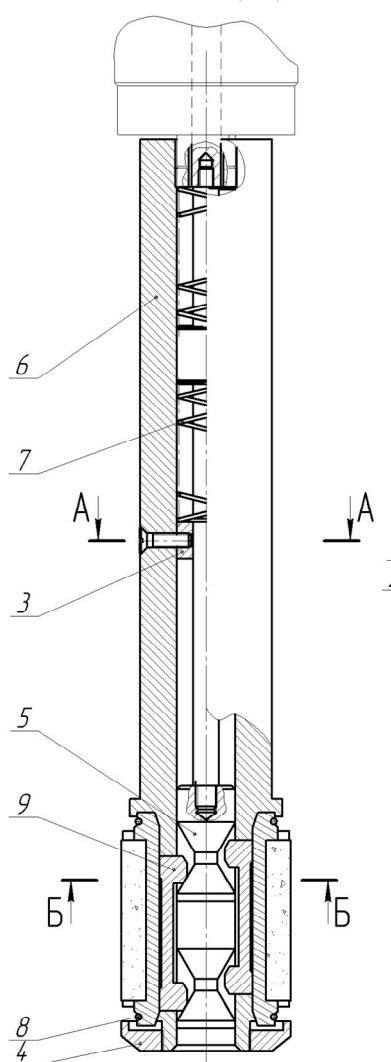
Хонингование и латунирование проводят в два этапа –головками, оснащенными алмазными или абразивными брусками соответствующей зернистости и головкой для латунирования. Для осуществления такой ступенчатой обработки приходится останавливать станок, снимать менять хонголовки, на что тратится большое количество рабочего времени.

Избежать этого можно, применяя головки, имеющие два комплекта колодок с брусками из латуни и алмазными инструментом, размещенных в корпусе, где установлен разжимной шток с двумя парами рабочих конических участков. Работающие комплекты сменяются перемещением вверх или вниз штока гидроцилиндра разжима хонстанка. Это сократит временные затраты на смену головок.

На рисунке 3.4 представлено приспособление для комбинированной обработки хонингованием с последующим латунированием.

Приспособление для комбинированной обработки состоит из двух комплектов колодок 1 и 2 с брусками различной характеристики, установленных в пазах корпуса 6 и подпружиненных в радиальном направлении кольцевыми пружинами 8. Внутри корпуса размещен разжимной шток 5 с двумя парами конических рабочих участков. Корпус 6 своим верхним концом накручивается на резьбовой конец шпинделя хонинговального станка 3К833.

Шток 5 своим верхним концом накручивается на резьбовой конец штока разжимного гидроцилиндра станка.

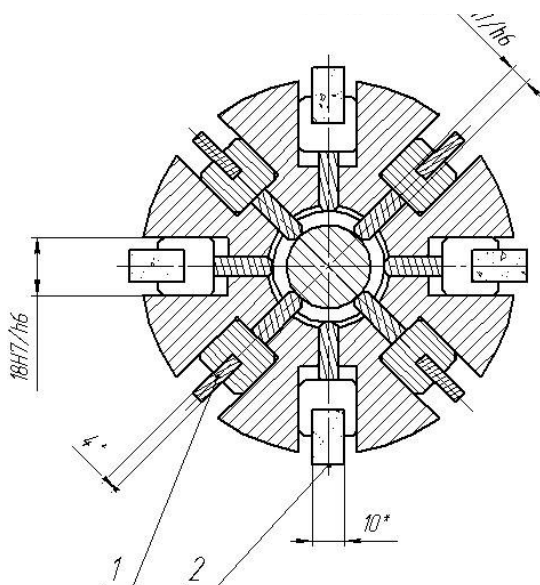


а) продольный разрез

ВКР22.00.00.298.00000033

Лист 1

Изм. Листов. Изменения. Подпись. Дата.



б) сечение Б-Б

Рисунок 3.4 – Комбинированная хонголовка.

### 3.3. Принцип работы устройства и техническая характеристика

Разработанная комбинированная хонголовка действует следующим образом. Хонголовка вводится в обрабатываемое отверстие, затем кнопкой «Пуск» включается вращательное и возвратно-поступательное движение шпинделя станка, поворотом крана управления гидроцилиндром разжима штока перемещается вверх и через конусные поверхности усилие передается на абразивные бруски 2 прижимая их. Далее идет процесс чистового хонингования. далее процесс последовательного чистового хонингования и латунирования отверстия производится в цикле автоматическом. Автоцикл обеспечивается благодаря модернизации электросхемы цепи управления хонстанка. По окончании времени хонингования переключением того же крана шток опускают в нижнее положение прижимая латунные бруски 1 (латунь Л63) к поверхности гильзы, осуществляющих деформацию микронеровностей и нанесение латунного покрытия. Процесс латунирования идет за 20...30 двойных ходов. После отключается станок и снимается готовая деталь.

### Техническая характеристика:

1. Диаметр отверстия, мм	104...120
2. Длина отверстия, мм	120...450
3. Скорость вращения окружная, м/мин	40...70
4. Скорость возвратно-поступательного движения, м/мин	8,1...15,3
5. Давление брусков на деталь удельное, МПа	0,5...1,5

### 3.4 Расчеты по конструкции.

#### 3.4.1 Расчет параметров пружины

Формулы для расчета пружины приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Формулы для расчета пружины

					ВКР.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и значения
Сила пружины при предварительной деформации, Н	$F_1$	Принимаются в зависимости от нагрузки пружины
Сила пружины при рабочей деформации (соответствует наибольшему принудительному перемещению подвижного звена), Н	$F_2$	
Рабочий ход пружины, мм	$h$	
Наибольшая скорость перемещения подвижного конца пружины при нагружении или разгрузке, м/с	$v_{max}$	
Выносливость пружины, число циклов до разрушения	$N_F$	
Наружный диаметр пружины, мм	$D_1$	Предварительно принимаются с учетом конструкции узла. Уточняются по таблицам ГОСТ 13766-86 ГОСТ 13776-86
Относительный инерционный зазор пружины	$\delta$	$\delta = 1 - \frac{F_2}{F_3}$ $\delta = 0,05 \div 0,25$
Сила пружины при максимальной деформации, Н	$F_3$	$F_3 = \frac{F_2}{1 - \delta}$ Уточняется по таблицам ГОСТ 13766-86 – 13776-86
Сила предварительного напряжения (при навивке из холоднотянутой и термообработанной проволоки), Н	$F_0$	$(0,1 \div 0,25) \cdot F_3$
Диаметр проволоки, мм	$d$	Выбирается по таблицам ГОСТ 13764-86 – 13776-86
Жесткость одного витка пружины, Н/мм	$c_1$	
Максимальная деформация одного витка пружины, мм	$s'_3$ (при $F_0 = 0$ ) $s''_3$ (при $F_0 > 0$ )	Выбирается по таблицам ГОСТ 13764-86 – 13776-86 $s''_3 = s'_3 \frac{F_3 - F_0}{F_3}$

Продолжение таблицы 3.1

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и значения
Максимальное касательное напряжение пружины, МПа	$\tau_3$	Назначается по табл. 2 ГОСТ 13764-86. При проверке $\tau_3 = K \cdot \frac{8 \cdot F_3 \cdot D}{\pi \cdot d^3}$
Критическая скорость пружины, м/с	$V_k$	$V_k = \frac{\tau_3 \left(1 - \frac{F_2}{F_3}\right)}{\sqrt{2 G \rho \cdot 10^{-3}}}$
Модуль сдвига, МПа	G	Для пружинной стали $G = 7,85 \cdot 10^4$
Динамическая (гравитационная) плотность материала, Н·с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup>	$\rho$	$\rho = \frac{\gamma}{g},$ <p>где g – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>  γ – удельный вес, Н/м<sup>3</sup>  Для пружинной стали <math>\rho = 8 \cdot 10^3</math></p>
Жесткость пружины, Н/мм	c	$c = \frac{F_3 - F_0}{s_3}$

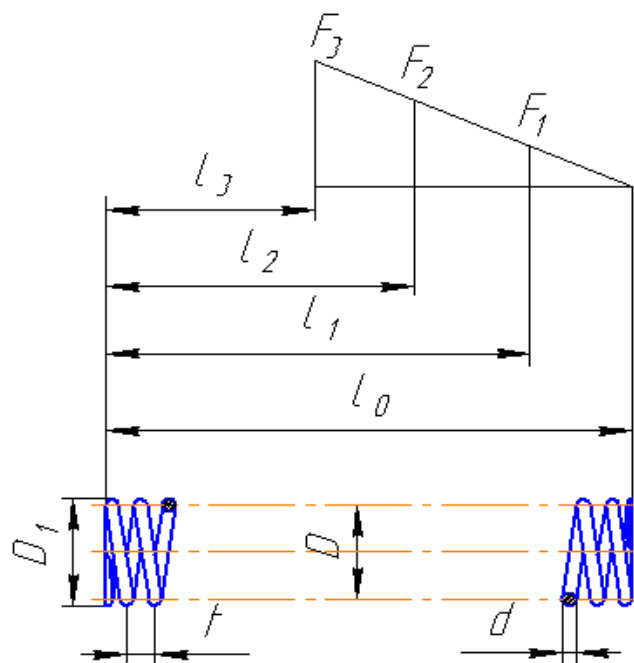


Рисунок 3. 2 – Расчетная схема пружины

Расчет пружины проведен с помощью программы Компас-Пружина.

Результаты расчета приведен в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Результаты расчета параметров пружины

					ВКР.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

spr\_ccs.dll

# Проектный расчет цилиндрической пружины сжатие

Наименование параметра	Значение параметра	
Материал	Проволока Б-2-2,5	
Класс	—	2
Разряд	—	2
Относительный инерционный зазор	—	0.10
Наружный диаметр пружины, мм	D	40.00
Диаметр проволоки, мм	d	2.50
Число рабочих витков	n	8.00
Полное число витков	n1	9.50
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	0.00
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	100.00
Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	111.11
Рабочий ход пружины, мм	H	110.06
Длина пружины, мм	LO	144.79
Длина пружины при предварительной деформации,	L1	144.79
Длина пружины при рабочей деформации, мм	L2	34.73
Длина пружины при максимальной деформации,	L3	22.50
Максимальное касательное напряжение, МПа	Tma	743.28
Допускаемое касательное напряжение, МПа	[τ]	810.00
Модуль сдвига материала, МПа	G	78500.00
Плотность материала, кг/м	P	8000.00
Масса пружины, кг	—	0.044
Длина развернутой пружины, мм	—	1119.00
Жесткость пружины, Н/мм	—	0.909

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ

Лист

### 3.4.2 Расчет штока на растяжение

Внутренний диаметр резьбы штока рассчитывается по формуле [ 3 ]:

$$d = 1,31 \times \sqrt{\frac{P}{[\sigma]_p}}, \quad (3.1)$$

где  $P$  - полное усилие, растягивающее шток, Н;

$[\sigma]_p$  - допускаемое напряжение на растяжение материала штока, МПа.

Полное усилие определяется исходя из соотношения:

$$P = \frac{F \times h_1}{h_2}, \quad (3.2)$$

где  $F$  - усилие, Н ( $F = 1500$  Н);

$h_1, h_2$  - плечи, м;

В данном случае  $h_1 = 0,58$  м;  $h_2 = 0,37$  м.

Тогда

$$P = \frac{7500 \times 0,58}{0,37} = 11756,75 \text{ Н},$$

Определим допускаемое напряжение на растяжение материала штока по формуле:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (3.3)$$

где  $\sigma_T$  - предел текучести болтов, МПа ( $\sigma_T = 300$  МПа);

$S$  - коэффициент безопасности ( $S = 1,5 \dots 2,0$ ).

Итак,

$$[\sigma]_p = \frac{300}{2} = 150 \text{ МПа}.$$

Таким образом, внутренний диаметр резьбы штока будет равен:

$$d = 1,31 \cdot \sqrt{\frac{11756,75}{150}} \cong 12 \text{ мм}.$$

					ВКР.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

С учетом коэффициента запаса, принимаем резьбу диаметром 14 мм, что обеспечивает большую безопасность при работе с данным устройством.

### 3.4.2 Расчет прочности штока на растяжение

Диаметр резьбы штока определяется по формуле [ ]:

$$d = 1,31 \times \sqrt{\frac{P}{[\sigma]_p}}, \quad (3.1)$$

где  $P$  - растягивающее шток усилие, Н;

$[\sigma]_p$  - напряжение на растяжение материала штока (допускаемое), МПа.

Растягивающее шток усилие рассчитывается исходя из соотношения:

$$P = \frac{F \times h_1}{h_2}, \quad (3.2)$$

где  $F$  - усилие на штоке, Н ( $F = 1500$  Н);

$h_1, h_2$  - размеры плечей, м;

В данном случае  $h_1 = 0,58$  м;  $h_2 = 0,37$  м.

Тогда

$$P = \frac{7500 \times 0,58}{0,37} = 11756,75 \text{ Н},$$

Допускаемое напряжение на растяжение рассчитаем для материала штока по формуле:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (3.3)$$

где  $\sigma_T$  - предел текучести болтов, МПа ( $\sigma_T = 300$  МПа);

$S$  - коэффициент безопасности ( $S = 1,5 \dots 2,0$ ).

Итак,

					ВКР.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$[\sigma]_p = \frac{300}{2} = 150 \text{ мПа} .$$

Таким образом, диаметр резьбы штока будет равен:

$$d = 1,31 \cdot \sqrt{\frac{11756,75}{150}} \cong 12_{мм} .$$

С учетом коэффициента запаса, принимаем резьбу диаметром 14 мм, что обеспечивает большую безопасность при работе с данным устройством.

					ВКР.23.03.03.298.18.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной выпускной квалификационной работе был проведен устройства и работы двигателя, его деталей цилиндро-поршневой группы. Проведен анализ причин и методов устранения неисправностей.

Разработана технология восстановления гильзы цилиндров двигателя Д-144 под ремонтный размер расточкой и хонингованием с последующим латунированием.

Разработано приспособление для комбинированной обработки гильз цилиндров хонингованием и латунированием. Внедрение приспособления для обработки гильзы цилиндров двигателя Д-144 позволит уменьшить уровень эксплуатационных затрат при восстановлении детали. Годовой экономический эффект от применения данного приспособления для комбинированной обработки гильз составит 12038,78 руб. при сроке окупаемости 1,33 года.

В работе также были рассмотрены вопросы улучшения состояния окружающей среды и охраны труда.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Адигамов Н.Р. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин» / Адигамов Н.Р. Кочедамов А.В, Гималтдинов И.Х.. – Казань: Изд-во КГАУ, 2007. – 41 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1...3-5-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2008.
3. Выпускная квалификационная работа / под ред. К. А. Хафизова. – Казань: КГАУ, 2014. – 316 с.
4. Двигатель Д-144. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.- Владимир: ООО Владимирский моторо-тракторный завод, 2008.-59с.

5. Зотов Б.И., Курдюмов В.И.. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: Колос, 2000. – 424 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
6. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для студентов вузов/ Под ред. В.А. Финогенова. 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил.
7. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И.С. Серый, А. П. Смелов, В.Е. Черкун. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «Агропромиздат», 1991. – 184 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
8. Кондратьев Г. И., Фасхутдинов Х.С., Шайхутдинов Р.Р. Курсовое проектирование по надежности технических систем: методические указания. – Казань: Изд-во КГАУ, 2010. – 44 с.
9. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений/ В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр Академия, 2003. – 496 с.
10. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
11. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань.: КГАУ, 2009.- 16 с
12. Надежность и ремонт машин. В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др., Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.
13. Нанотехнологии: правда и вымысел / В.И. Балабанов, И.В. Балабанов.- М.: Эксмо, 2010.-440с.
14. Синяя Наталия Викторовна. Повышение ресурса гильз цилиндров двигателей упрочняюще-антифрикционной обработкой : на примере 3МЗ-511.10 : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.03 / Синяя Наталия Викторовна.- Брянск, 2009.- 198 с.
15. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик.. – М.: Колос, 2009. -351 с.



16. Текущий ремонт колесных тракторов / Ю.М. Копылов.- М : Росагропромиздат, 1988.-287с.
17. Технологическое оснащение хонингования/Н. Н. Богородицкий, К. К. Чубаров, Б. А. Лебедев — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-е, 1984.- 237 с.
18. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М:ГОСНИТИ,2003.- 488 с.
19. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34 с.